

УДК 681.518.5: 669.18

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ КОНТРОЛЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПРОДУВОЧНЫХ УСТРОЙСТВ НА УСТАНОВКЕ КОВШ-ПЕЧЬ

Ю.В. Костецкий, И.В.Квасов, И.В. Дегтяренко

В лабораторних умовах було досліджено вплив режиму продувки металу інертним газом на амплітудно-частотну характеристику вібраційній активності поверхні ковша. Встановлено, що реєстрація частотних піків в діапазоні 2,6 – 3,8 кГц дозволяє контролювати режими продувки (бульбашковий та струменевий).

Обычно, оператор установки ковш-печь управляет режимом продувки металла инертным газом на основе показаний датчика расхода газа и визуального наблюдения за размером, так называемого «продувочного пятна». Данный метод контроля не является эффективным. Так, при одном и том же видимом уровне турбулентности на поверхности металла интенсивность перемешивания в объеме расплава может быть различной. А в некоторых случаях, например, при продувке с малым расходом газа визуальный контроль затруднен или вообще невозможен. В результате часто операторы устанавливают больший, чем необходимо в конкретных условиях, расход продувочного газа. Слишком интенсивная продувка ведет к дополнительному загрязнению металла неметаллическими включениями за счет повышенной поверхностной турбулентности.

НПО «Доникс», в сотрудничестве с Донецким национальным техническим университетом, был разработан экспериментальный образец системы виброакустического мониторинга процесса продувки металла инертным газом на установке «ковш-печь» [1]. Данная система обеспечивает повышение эффективности управления технологическим процессом внепечной обработки стали на установке «ковш-печь» за счет предоставления оператору дополнительных данных об интенсивности перемешивания металла в ковше и работе продувочных устройств.

Эффективность работы подобной системы мониторинга во многом зависит от выбранного алгоритма анализа данных о виброактивности поверхности сталеразливочного ковша [2]. При этом практический интерес представляет возможность различать пузырьковый и струйный режимы работы продувочного устройства.

Для максимального удаления неметаллических включений заданного размера необходимо поддерживать определенный режим продувки, так как степень удаления неметаллических включений, в процессе промывки металла инертным газом, зависит от размера и количества газовых пузырей [3, 4, 5].

Исследование влияния различных режимов продувки на амплитудно-частотную характеристику вибросигнала было выполнено на холодной модели (рисунк 1).

Собственные колебания пузыря газа в жидкости можно характеризовать величиной резонансной частоты собственных колебаний пузырьков, которая является функцией от размера пузырьков [6, 7].

Таким образом, на спектре вибросигнала, при пузырьковом режиме продувки, для каждого значения расхода газа должен регистрироваться пик по частоте, отвечающий резонансной частоте собственных колебаний пузырьков. Не трудно предположить, что при переходе в струйный режим продувки, данный частотный пик не будет отражаться на спектре регистрируемого вибросигнала, так как в жидкость врывается струя газа, а не отдельные пузырьки.

На рисунке 2 изображены амплитудно-частотные зависимости вибросигналов, записанных в ходе лабораторных экспериментов при разных расходах газа. Четко виден дрейф пика в сторону уменьшения частоты (от 3,7 кГц до 2,8 кГц) с увеличением расхода газа от 0,18 до 0,72 л/мин. При дальнейшем увеличении расхода газа пик относительно сглаживается и происходит общее увеличение мощности сигнала. Этот пик иллюстрирует изменение резонансной частоты собственных колебаний пузырьков, что подтверждают результаты теоретических расчетов. Зная резонансную частоту можно определить размер и количество пузырьков и контролировать процесс продувки с целью повышения эффективности удаления неметаллических включений из металла. Характер пузырькового режима продувки таков, что при малых расходах газа происходит увеличение размера пузырька, при этом частота образования пузырьков падает, при дальнейшем увеличении расхода газа, размер пузырьков не растет, но увеличивается их количество.

Таким образом, результаты лабораторных исследований показывают, что существует принципиальная возможность усовершенствования алгоритма данной системы мониторинга, с помощью которого однозначно можно определять переход из пузырькового режима истечения газа в струйный, а также точно

определить размер и частоту образования пузырьков при пузырьковом режиме продувки.

Литература

1. Мониторинг работы продувочных устройств на установке ковш-печь на основе анализа данных о виброактивности ковша / Костецкий Ю.В., Троянский А.А., Кукуй Д.П., Дегтяренко В.И., Ходячих В.С. // *Металл и литье Украины*. – № 3-4. – 2005. – С. 106-107.

2. Алгоритм вибрационного контроля технологических параметров плавки на установке ковш-печь / Костецкий Ю.В., Дегтяренко И.В., Омельченко А.А. // *Наукові праці Донецького національного технічного університету: Серія «Обчислювальна техніка та автоматизація»*, Випуск 90. – Донецьк: ДонНТУ, 2005. – С. 15-19

3. Water model study on inclusion removal from liquid steel by bubble flotation under turbulent conditions / Lifeng Zhang, S. Taniguchi, K. Matsumoto / *Ironmaking and Steelmaking* 2002 - Vol. 29 - No. 5 – P. 326 – 336.

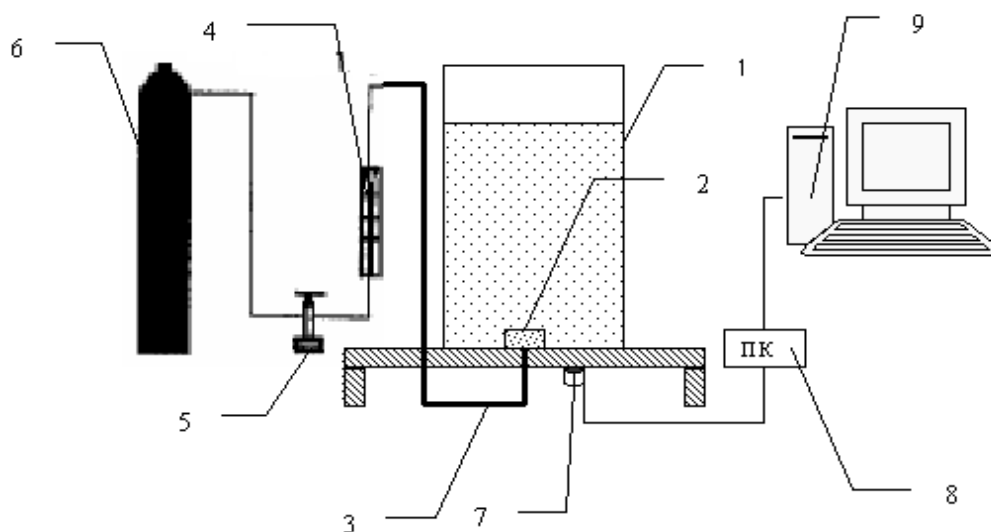
4. Modeling micro-inclusion growth and separation in gas-stirred ladles / Dong-Yuan Sheng, Mats Söder, Pär Jönsson, Lage Jonsson / *Scandinavian Journal of Metallurgy* 2002 - No. 31 – P. 134–147.

5. Prediction of the Optimum Bubble Size for Inclusion Removal from Molten Steel by Flotation / Laihua WANG, Hae-Geon LEE, Peter HAYE / *ISIJ International* – Vol. 36 (1 996) - No. 1 - P. 7-16.

6. Дружинин Г.А. Волны в средах с пузырьками. «Акустика на пороге XXI века». Сб. трудов VI сессии российского акустического общества. М. Изд. Московского государственного горного университета. 1997, с.7 – 12.

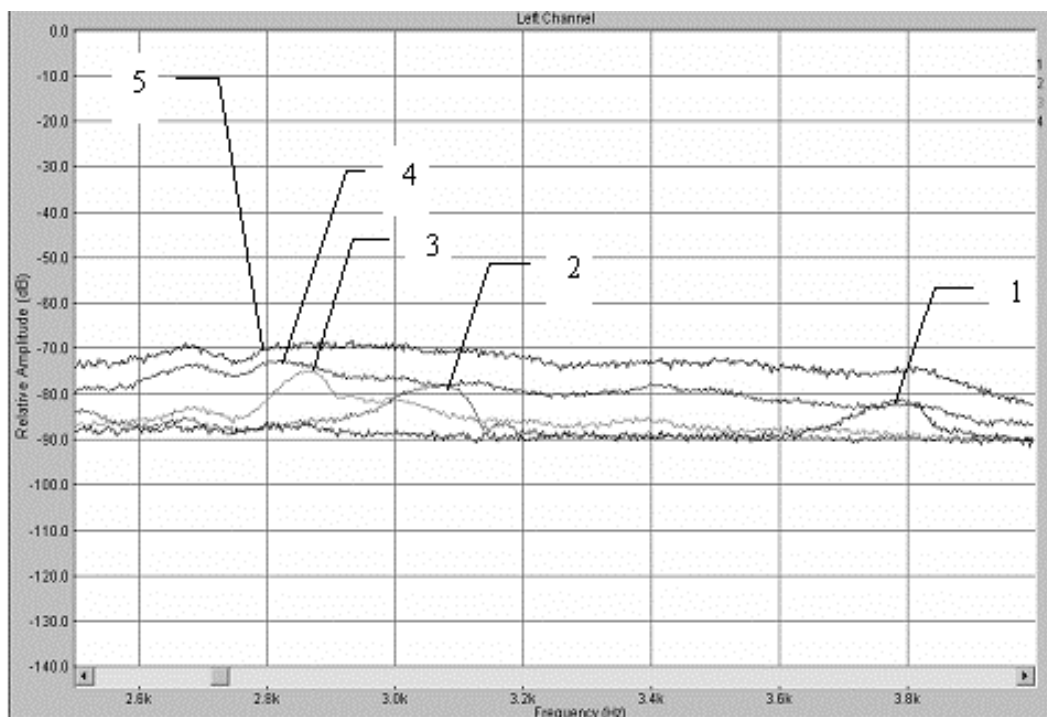
7. K. Mori, M. Sano and T. Sata: *Trans, ISIJ*, Vol. 19, 1979, pp 553-558.

30.04.2008



1 – стеклянная камера с водой; 2 – фурма; 3 – газопровод; 4 – расходомер; 5 – вентиль; 6 – газовый баллон; 7 – вибродатчик; 8 – переходная коробка; 9 – компьютер.

Рисунок 1 – Схема лабораторной установки



1 - 0,18 л/мин; 2 - 0,24 л/мин; 3 - 0,36 л/мин; 4 - 0,72 л/мин; 5 - 5 л/мин.

Рисунок 2 – Амплитудно-частотная характеристика вибросигналов (от 2,4 до 4,0 кГц), полученных при различных расходах газа.